

3-30-2020

## STUDY OF AIR PERMEABILITY THROUGH A LAYER OF RAW COTTON

A. Salimov

*Tashkent institute of textile and light industry, Tashkent, Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/titli>



Part of the [Engineering Commons](#)

---

### Recommended Citation

Salimov, A. (2020) "STUDY OF AIR PERMEABILITY THROUGH A LAYER OF RAW COTTON," *Textile Journal of Uzbekistan*: Vol. 9 : No. 1 , Article 3.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/titli/vol9/iss1/3>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Textile Journal of Uzbekistan by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

УДК 677.21.002.73.004.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ СЛОЙ ХЛОПКА-СЫРЦА

*А Салимов*

*Tashkent Institute of Textile and Light Industry*

**Annotatsiya.** Paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonlarini amalga oshirish bilan birga, uzoq muddat saqlashda, uning tabiiy ko'rsatkichlariga ta'sir qilmaslik uchun paxtadan havo o'tishini o'rganish talab etiladi, chunki havo mikroorganizmlarga qarshi kimyoviy ishlov berishda va paxtani quritishda issiqlik tashuvchi hisoblanadi, hamda paxtani uzoq muddat g'aramlarda saqlaganda qizishini oldini olish maqsadida islatiladi.

Ushbu maqolada paxtaning havo o'tkazuvchanligi bo'yicha olib borilgan tadqiqot ishlari to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

**Аннотация.** Сохранение природных свойств хлопка-сырца при осуществлении технологических операций его переработки, включая и длительное хранение, требует изучить проникновение воздуха через массу хлопка-сырца, потому что воздух может являться носителем тепла при высушивании и обработке химикатами для обеззараживания его от микроорганизмов, а при длительном хранении хлопка в бунтах используется для уменьшения температуры складированного хлопка-сырца.

В этой статье представлены информация об исследовании проницаемости воздуха через слой хлопка-сырца.

**Abstract.** Preservation of the natural qualities of raw cotton during the implementation of technological operations of its processing, including long-term storage, requires studying the penetration of air through the mass of raw cotton. Because air can be a carrier of heat during drying and processing with chemicals to disinfect it from microorganisms, and during long-term storage of cotton in riots is used to reduce the temperature of the stored raw cotton.

This article provides information on the study of air permeability through a layer of raw cotton.

**Keywords:** Raw cotton, air permeability, filtration, cotton resistance, deformation, warehousing, storage, mechanical properties, physical properties, fiber, seeds.

**Введение.** Сохранение природных свойств хлопка-сырца при осуществлении технологических операций его переработки, включая и длительное хранение, требует изучить проникновение воздуха через массу хлопка-сырца, потому что воздух может являться носителем тепла при высушивании и обработки химикатами для обеззараживания его от микроорганизмов, а при длительном хранении хлопка в бунтах используется для уменьшения температуры складированного хлопка-сырца [1].

Решение вопроса технологии заготовки и хранения хлопка не представляется возможным, не имея достаточной информации по строению компонентов хлопка-сырца, обуславливающих их механические, физические и другие свойства [2]. Хлопок-сырец является многокомпонентной неоднородной системой с сильно выраженными гидрофильными свойствами. Хлопок-сырец состоит из совокупности отдельных летучек, представляющих собой семя, покрытое волокнами и пушком (линт, пух) [3].

Хлопковое волокно представляет собой органическую клетку, компонентами которой является клеточная оболочка, ядро, цитоплазма, различные органеллы и др. Длина клетки достигает 30-40 мм, а диаметр -15-25 мкм. В процессе развития волокна размеры клеточной стенки постепенно увеличиваются и клетка почти полностью заполняется целлюлозой [4-8].

По форме семя вытянуто и заострено с одного конца (микропиль). Длина семени

5-14 мм, ширина 4-6 мм, масса 0,05-0,15 г. Хлопковые семена состоят из кожуры и ядра, сильно отличающихся друг от друга биологическим назначением, а также строением и химическим составом. Кожура содержит целлюлозу (40-45 %), лигнин (20-25 %), пентозы (20-30 %), белки и минеральные вещества. В состав ядра входят белки, жиры, углеводы, органические кислоты. Клетки ядра содержат значительное количество микро капилляров, заполненных маслом [9,10].

**Теоретическое исследования.** К причинам ухудшения качества хлопка-сырца при хранении относится несовершенство современных способов хранения, а также трудность контроля за изменением состояния хлопка-сырца в бунте или складе, в связи с громоздкостью бунтовых площадок, складских помещений, значительными количествами хранимого хлопка [11-13].

Путем проницаемости воздуха через слой хлопковой массы можно ликвидировать повышение температуры, происходящей из-за процесса самосогревания, как следствие высокой влажности отдельных участков бунта при хранении [14,15]. Одномерная деформация хлопка-сырца вследствие фильтрации в установившемся режиме согласно взаимопроникающей модели, описывается с помощью уравнения (1).

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} - (1-m) \frac{\partial p}{\partial z} + \rho q + m \frac{\mu}{K} v = 0 \quad (1)$$

где,  $\sigma_z$  - напряжение, возникающее при фильтрации;  
 $P$  - давление;  
 $K, m$  - проницаемость и пористость хлопка-сырца;  
 $\nu, \mu$  - вязкость воздуха;  
 $\rho$  - плотность хлопка-сырца.

Движение воздуха через хлопковую массу можно выразить законом Дарси

$$v = \frac{K}{\mu} \frac{\partial p}{\partial z} \quad (2)$$

Решение уравнение (1) с учетом (2) имеет вид:

$$\sigma_z = \sigma_z^0 + p - p^0 - q \int_0^z (P_K - P_X^0) dz$$

где,  $\sigma_z^0$  - напряжение до фильтрации;  
 $p^0$  - давление воздуха при  $Z=0$ ;  
 $P_X^0$  - начальная плотность хлопка-сырца.

Для изменения давления имеем:

$$P = \frac{\mu \cdot Q}{S} \int_0^z \frac{dz}{K\rho} + P^0$$

где,  $Q$  - массовый расход воздуха;



S - площадь сечения хлопковой массы.

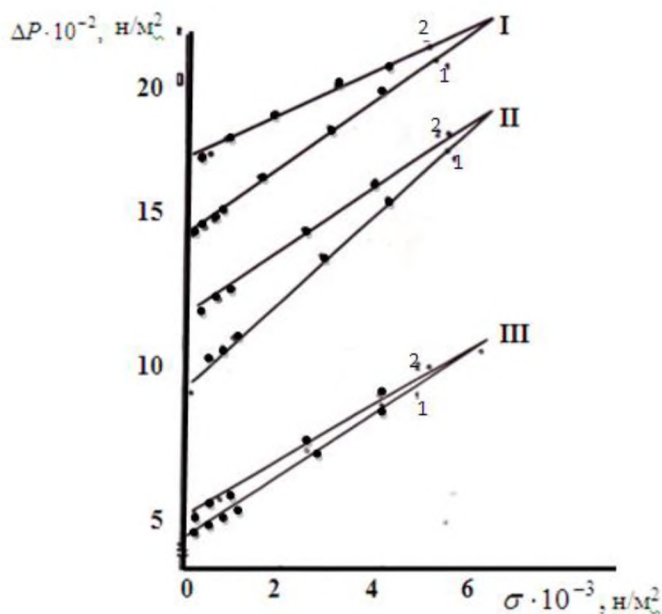
**Экспериментальное исследование.** Для экспериментального определения сопротивления хлопка фильтрации при различных напряженных состояниях измерены перепады давления через слой хлопка-сырца.

Образцы хлопка-сырца (равновесная влажность  $W_p = 8,3\%$ ) массой  $G=600$  г помещали в цилиндрическую колонку диаметром 19 см. Сжатие осуществлялось с помощью сетчатых пластинок, установленных с двух сторон образца.

Начальная толщина образца хлопка-сырца равнялась 25 см. Уменьшая расстояние между пластинками, через каждые 2 см измеряли усилие сжатия и пропуская воздух с заданным расходом, измеряли перепад давления с двух сторон слоя. Такие же эксперименты проводились при разгрузке. Наибольшее усилие нагрузки было при  $H = 12$  см (дальнейшее увеличение нагрузки, при котором сильно уменьшается проницаемость не рассматривали).

Проведена серия опытов для тех значений расхода воздуха  $Q_1 = 6,96 \cdot 10^3$  см<sup>3</sup>/с;  $Q_2 = 12,05 \cdot 10^3$  см<sup>3</sup>/с;  $Q_3 = 13,91 \cdot 10^3$  см<sup>3</sup>/с.

На основании полученных данных построены графики (рис.1), изменение перепада давления  $P$  в зависимости от напряженного состояния.



**Рис.1. Зависимость изменения перепада давления через слой хлопка от внешней нагрузки**

При построении этих кривых не учитывалось трение хлопка о стенки цилиндрической колонки. Как видно из рисунка, с увеличением нагрузки перепад давления увеличивается. Для каждого расхода кривые 1 (нижняя ветвь) и разгрузке 2 (верхняя ветвь) не совпадают, причем во всех случаях кривая при разгрузке идет выше, чем при нагрузке. Это показывает, что после сжатия в хлопке-сырце наблюдается остаточная деформация, подтверждающая упруго - пластические свойства волокон. Сравнение кривых I, II, III показывает, что с увеличением перепада давления увеличивается остаточная деформация. Это указывает на возможность отклонения закона фильтрации воздуха от закона Дарси.

Для установления предела применимости закона Дарси проведены определяющие эксперименты. Для описания изменений закон Дарси (3) записывается в виде

$$V_{cp} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{\Delta P}{L} \quad (3)$$

Умножая правую и левую часть последнего равенства на площадь сечения образца получим:

$$Q = \frac{K \cdot S}{\mu \cdot L} \cdot \Delta P \quad (4)$$

откуда,

$$Q \frac{\mu \cdot L}{S} = K \cdot \Delta P$$

Эксперименты проводились для различных значений расхода воздуха.

Таблица-1

Изменение перепада давления при различном расходе воздуха

$Q, \text{см}^3/\text{с}$	$Q \frac{\mu \cdot L}{S}$	$\Delta P, \text{н/м}^2$
3762	6,199	825,51
6650	10,957	1335,83
8614	14,196	1741,08
10149	16,724	2101,32
11374	18,743	2416,52
12511	20,617	2701,67
13561	22,347	3016,87
14528	23,332	3317,06
16127	26,816	3932,44
15398	25,374	3602,23

На основании полученных изменений построили зависимость изменения аэродинамического сопротивления от перепада давления. Из (рис.2) видно, что первые пять точек хорошо укладываются на прямую линию.

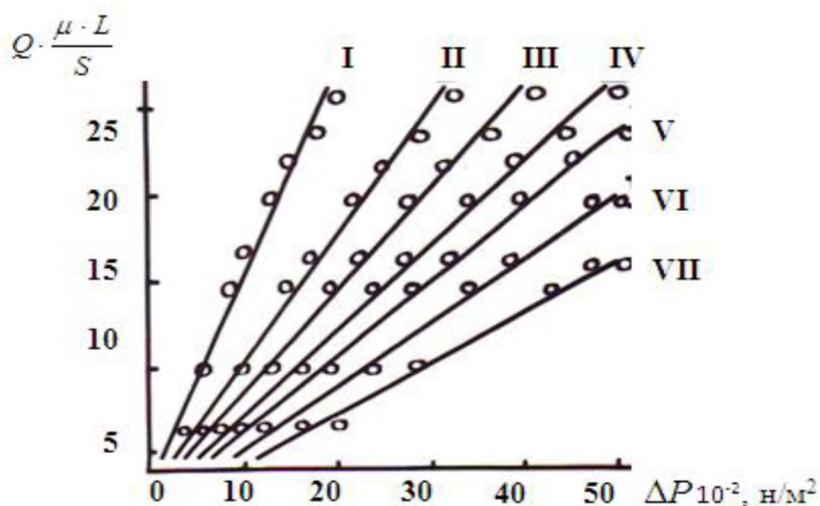


Рис.2. Зависимость изменения аэродинамического сопротивления от перепада давления через слой хлопка-сырца

Это говорит о том, что при малых скоростях процесс фильтрации воздуха через слой хлопка-сырца хорошо подчиняется закону Дарси.

Начиная с шестой точки, наблюдается некоторое отклонение от прямой. Выразим данную зависимость через экспоненциальный закон.

$$Q = Q_0 e^{\alpha \Delta P} \quad (5)$$

В этом случае разложенные в ряд функции (5) после пренебрежения величинами малости второго порядка становится прямой.

Однако тангенс угла наклона такой кривой меньше, чем у прямой, проходящей через первые пять точек. В связи с этим начиная с шестой точки, график аппроксимируем прямой вида.

$$Q = \frac{S}{\mu \cdot L} (K \cdot \Delta P + B) \quad (6)$$

где,  $\alpha$  - тангенс угла наклона;

$B$  – отрезок отсекаемой на оси ординат (для экспоненциальной кривой),  $B = \ln Q_0$ ;

$S_0^2, S_a^2, S_b^2$  – дисперсии соответствующих кривых.

**Анализ результатов.** Как видно, во всех случаях опытов, при малых скоростях фильтрации опытные данные хорошо укладываются на прямую, соответствующую закону Дарси (2).

Статистический анализ в табл.2, а с увеличением скорости фильтрации наблюдаются некоторые отклонения от этого закона, что обусловлено фильтрацией деформации слоя хлопка-сырца и изменениями закона движения в порах волокнистого материала.

**Таблица- 2**

**Статистический анализ скорости фильтрации**

Корреляция по точкам	$\alpha \cdot 10^3$	K	r	B	$S_0^2$	$S_0^2 - 10^7$	$S_b^2 - 10^6$
$Q \cdot \frac{\mu \cdot L}{S} = f_1(\Delta P)$							
(1-5)	7,975	772,52	0,997	0,102	0,183	1,160	196,00
(5-10)	5,309	520,85	0,998	6,170	0,044	0,270	87,01
(1-10)	6,527	640,31	0,993	2,279	0,750	0,82	204,9
$\ln Q = f_2(\Delta P)$							
(5-10)	0,234	-	0,992	8,794	0,0	0,0	0,07

Как видно во всех случаях, при скоростях фильтрации менее 1 м/с, данные эксперимента хорошо укладываются на прямую, соответствующую закону Дарси, а с увеличением скорости более 1 м/с происходит отклонение от закона Дарси. Значит, для



создания установившегося движения при фильтрации воздуха через слой хлопка-сырца, скорость его должна составлять менее 1 м/с.

**Выводы.** В результате проведенной работы по фильтрации воздуха через слой хлопка-сырца определено:

- воздухопроницаемость слоя хлопка-сырца при различных плотностях складированной массы;

- найдено предельно допустимое значение скорости воздуха при фильтрации ( $V=1$  м/с) соответствующее закону Дарси.

Таким образом для лучшего хранения хлопка-сырца, при наименьшей потере качественных показателей волокна и семян, допустимое значение скорости воздуха при фильтрации составляет 1 м/с.

## References

1. A.Salimov and others. «Technology and equipment for primary cotton processing» China, Shanhai, 2019 – p. 174.
2. F.Omonov. Paxtani dastlabki ishlash bo'yicha spravochnik "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ. T.: "Voriz nashriyot"-2008, 413 b.
3. A.Salimov. "Mahsulotlar sifatini aniqlash va sertifikatlash". T.: "Fan va texnologiya", 2019 - 215 b.
4. A.Salimov. "Tovarshunoslik". T.: TTYESI, 2018. -190 b.
- 5 M.Kozlowski Handbook of natural fibres. The textile institute Wood head Publishing limited, 2012- p 563.
6. A.Salimov "Birlamchi tola agrotexnikasi". T.: "Iqtisod - Moliya", 2010 -165 b.
7. I.Sabirov. Uovershenstvovaniye prosessa sushki i xraneniya visokovlajnogo xlopka-sirsa: Dissertasiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata texnicheskix nauk.T.2004 g.
8. A.Salimov, O.Salimov. Study of methods for improving the physical and mechanical properties of cotton fiber. Philadelphia, USA. Published: 30.10.2019 <http://T-Science.org>. Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-78-5> Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS> **Scopus** **ASCC**: 2604.
9. Paxtani dastlabki ishlash muvofiqlashtirilgan texnologiyasi PDI 17-2017, "Paxtasanoat ilmiy markazi" AJ. T.:, 2017 y.
10. A.Salimov i dr. Texnologiya pervichnoy obrabotki xlopka. T.: "Adabiyot uchqunlari". 2018. 184 b.
11. A.Salimov. Modelling of technological conditions of storage of cotton-raw . Philadelphia, USA. Published: 30.10.2019 <http://T-Science.org>. Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-78-5> Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS> **Scopus** **ASCC**: 2604
12. A.Salimov, O.Salimov. Izucheniye prosessov uvlajneniya i vozduxopronisayemosti xlopkovogo volokna. // Nauchno-izdatelskiy setr «Aktualnost RF» XXIV Mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii «Eurasia Science» M.2019. p. 58-60
13. S.Gafurova i dr. Analiz faktorov vliyayushix na svostva xlopkovogo volokna. "Texnika va texnologiyalarni modernizatsiyalash sharoitida iqtidorli yoshlarning innovasion g'oyalari va ishlanmalari". Respublika ilmiy-amaliy maqolalar to'plami. T.. 2017 y. dekabr.
14. A.Salimov, S.Gafurova. «Paxta-to'qimachilik klasteri tizimida yetishtirilayotgan mahsulotga ta'sir qiluvchi omillarni o'rganish». Respublika ilmiy-amaliy maqolalar to'plami. T., 2018 y. dekabr..
15. O.Salimov i dr. Izucheniye prosessov uvlajneniya i vozduxopronisayemosti xlopkovogo volokna v texnologii proizvodstva xlopok-tekstil. "Moda industriyasida innovasion va zamonaviy texnologiyalar". Toshkent moda haftaligi doirasida o'tkaziladigan xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy maqolalar to'plami T.,2019. noyabr.str. 201-204.